



DE 197 06 946 C 2

19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 Patentschrift  
10 DE 197 06 946 C 2

51 Int. Cl. 7:  
G 01 R 31/36  
H 02 H 3/18  
B 60 R 16/04  
H 03 K 17/687

21 Aktenzeichen: 197 06 946.0-35  
22 Anmeldetag: 21. 2. 1997  
43 Offenlegungstag: 27. 8. 1998  
45 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 21. 6. 2000

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:  
DaimlerChrysler AG, 70567 Stuttgart, DE

72 Erfinder:  
Blessing, Alf, Dr., 73092 Heiningen, DE; Hille, Peter,  
Dr., 64293 Darmstadt, DE

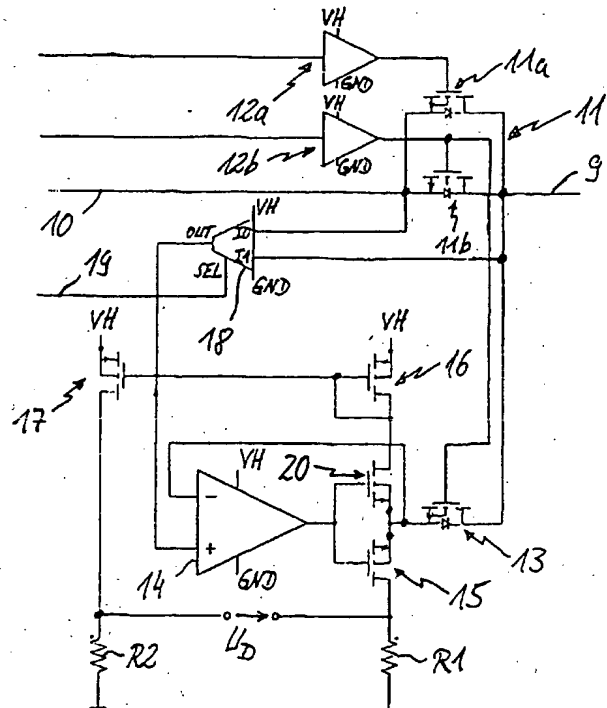
56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

DE 38 35 662 C2  
DE 1 95 20 735 A1  
DE 43 39 568 A1  
US 50 84 633

C. BOEKHOUT, J. WEIJERS, "Batterieklemme mit  
eingebauter aktiver Sicherung" in Firmen-  
schrift: White Products B.V., Development  
Engineers, April 1995, S.27-32;

54 Batterieüberwachungseinheit

- 57 Batterieüberwachungseinheit mit
- einem in eine Batteriezuleitung (9, 10) eingeschleiften Leistungshalbleiterschalter, gekennzeichnet durch
  - eine Sense-FET-Schaltungsanordnung, die den Batteriestrom bidirektional erfaßt und deren Leistungs-FET-Teil (11) den in die Batteriezuleitung (9, 10) eingeschleiften Leistungshalbleiterschalter bildet,
  - wobei die Sense-FET-Schaltungsanordnung eine einzelne Sense-FET-Gruppe (13), einen Operationsverstärker (14) zur Nachführung des Source-Potentials der Sense-FET-Gruppe, einen ersten Sense-FET-Stromauskopplungspfad mit einem ersten, vom Operationsverstärker angesteuerten FET-Bauelement (15) und einem dazu seriell geschalteten ersten Sense-Widerstand (R1) und einen zweiten Sense-FET-Stromauskopplungspfad mit einem zweiten, vom Operationsverstärker angesteuerten FET-Bauelement (20) und einer Stromspiegelschaltung mit einem zweiten Sense-Widerstand (R2) beinhaltet, wobei die Differenzspannung ( $U_D$ ) zwischen den beiden Widerständen (R1, R2) als Meßspannung dient.



DE 197 06 946 C 2

## Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Batterieüberwachungseinheit mit einem in eine Batteriezuleitung eingeschleiften Leistungshalbleiterschalter.

Eine derartige Batterieüberwachungseinheit wurde von der Firma White Products auf der 15. Tagung "Elektronik im Kraftfahrzeug" 1995 in Essen in Form einer an eine Batterieklemme angekoppelten Baueinheit für Kraftfahrzeugbatterien vorgestellt. Der Leistungshalbleiterschalter dient dort dazu, den Batteriestrom gesteuert abschalten zu können, beispielsweise als Fremdnutzungsschutz für das Kraftfahrzeug oder als Kurzschlußsicherung.

In der Offenlegungsschrift DE 43 39 568 A1 ist eine Vorrichtung zur Ermittlung des Ladezustands einer Batterie offenbart, mit welcher eine Ladebilanz der Batterie durch Auswertung des Lade- und des Entladestromes durchgeführt und mit Hilfe einer Messung der Batterieruhespannung überprüft und korrigiert wird. Weiter ist die Anwendung dieser Vorgehensweise bei einem Fahrzeugbordnetz gezeigt, das einen Generator, dessen Ausgangsspannung von einem Spannungsregler geregelt wird, eine Batterie, die vom Generator geladen wird, und Bordnetzverbraucher umfaßt, die über Schaltmittel an die vom Generator bzw. der Batterie bereitgestellte Versorgungsspannung angelegt werden können. Das Verfahren zur Ladezustandsermittlung der Batterie ist in einer Recheneinrichtung implementiert, welche geeignete Meßwerte empfängt, insbesondere bezüglich der Batteriespannung, der Ruhespannung, des Ladestroms, des Entladestroms sowie der Temperatur der Batterie.

Aus der Patentschrift DE 38 35 662 C2 ist es bekannt, einen MOSFET als Verpolschutz innerhalb einer Vorrichtung zur Ansteuerung induktiver Verbraucher in einem Kraftfahrzeug einzusetzen.

In der Patentschrift US 5.084.633 ist eine Schaltungsanordnung zur bidirektionalen Stromerfassung für Leistungs-MOSFET, speziell für DMOST beschrieben, wozu der jeweilige DMOST so hergestellt wird, daß er einen relativ niedrigen Abstawiderstand in Reihe mit dem Drain-Anschluß aufweist.

Auf dem Gebiet der Leistungs-FET, die sich aus einer Vielzahl parallel geschalteter, integrierter Einzel-FET-Bauelemente zusammensetzen, sind sogenannte Sense-FET-Schaltungsanordnungen bekannt, die es ermöglichen, die über den Leistungs-FET fließende, häufig vergleichsweise hohe Stromstärke relativ verlustarm zu messen. Hierzu werden einige wenige FET-Einzelbauelemente zu einem sogenannten Sense-FET-Teil zusammengefaßt, während die große Anzahl übriger FET-Einzelbauelemente den eigentlichen Leistungsteil bildet, der mit seiner Source-Drain-Strecke im Leistungsstromkreis liegt. Durch eine geeignete Verschaltung wird dafür gesorgt, daß über den Sense-FET-Teil ein Bruchteil des über die Leistungsstrecke fließenden Stroms abgezweigt wird, der gerade dem Bruchteil der Anzahl von Sense-FET-Einzelbauelementen zu derjenigen der Leistungs-FET-Einzelbauelemente entspricht. Dieser folglich gegenüber demjenigen in der Leistungsstrecke merklich geringere, abgezweigte Meßstrom kann mit geringer Verlustleistung, z. B. als Spannungsabfall an einem Sense-Widerstand, gemessen werden. Solche Sense-FET-Schaltungsanordnungen sind beispielsweise in der Offenlegungsschrift DE 195 20 735 A1 und der dort zitierten Literatur beschrieben.

Der Erfindung liegt als technisches Problem die Bereitstellung einer Batterieüberwachungseinheit zugrunde, die mit vergleichsweise geringem Aufwand in schaltungstechnisch günstiger Weise die Möglichkeit einer gesteuerten Batteriestromabschaltung und/oder die Möglichkeit einer

bidirektionalen Batteriestromerfassung bietet, mit der eine Ladezustandsüberwachung für die Batterie realisierbar ist.

Die Erfindung löst dieses Problem, durch die Bereitstellung einer Batterieüberwachungseinheit mit den Merkmalen gemäß Anspruch 1, 2, 4 oder 5. Diese Batterieüberwachungseinheit enthält eine Sense-FET-Schaltungsanordnung, die so ausgelegt ist, daß sie mit einem Sense-FET-Teil den Batteriestrom, d. h. den Lade- und Entladestrom der Batterie, bidirektional zu erfassen vermag, so daß durch kontinuierliche Batteriestromüberwachung eine Ladezustandsbilanzierung für die Batterie ermöglicht wird. Gleichzeitig dient der Leistungs-FET-Teil der Sense-FET-Schaltungsanordnung als ansteuerbarer, in die Batterie zuleitung eingeschleifter Leistungshalbleiterschalter, über den der Batteriestrom bei Bedarf, z. B. bei einer Anwendung für Kraftfahrzeugbatterien als Fremdnutzungsschutz für das Kraftfahrzeug oder zur Kurzschlußsicherung, abgeschaltet werden kann.

Des weiteren beinhaltet beider Batterieüberwachungseinheit nach Anspruch 1 die Sense-FET-Schaltungsanordnung speziell eine einzelne Sense-FET-Gruppe mit zwei Stromauskopplungspfaden sowie eine an einen dieser Pfade angeschlossene Stromspiegelschaltung, so daß eine bidirektionale Stromerfassung mittels der einzelnen Sense-FET-Gruppe erreicht wird.

Bei der Batterieüberwachungseinheit nach Anspruch 2 besteht die Sense-FET-Schaltungsanordnung speziell aus zwei parallelen, gegensätzlich gepolten Sense-FET-Gruppen zur Erzielung einer bidirektionalen Stromerfassung.

Bei einer nach Anspruch 3 weitergebildeten Batterieüberwachungseinheit ist die Möglichkeit eines Offsetspannungsabgleichs für die jeweilige Sense-FET-Gruppe geschaffen.

Bei der Batterieüberwachungseinheit nach Anspruch 4 dient der dazu passend ausgelegte Leistungs-FET-Teil der Sense-FET-Schaltungsanordnung zusätzlich als Verpolschutz, wozu der Leistungs-FET-Teil zwei in Serie geschaltete, gegensätzlich gepolte Leistungs-FET-Gruppen aufweist.

Bei der Batterieüberwachungseinheit nach Anspruch 5 ist der Leistungs-FET-Teil in mehrere Gruppen aufgeteilt, die separat abschaltbar sind, was es erlaubt, das Verhältnis zwischen Laststrom und Sense-Strom an die Höhe des Laststroms anzupassen.

In einer Weiterbildung der Erfindung nach Anspruch 6 ist die Batterieüberwachungseinheit als batterieklemmennah positionierte Baueinheit realisiert, oder sie ist mit der zugehörigen Batterieklemme zu einem einzigen Bauteil integriert.

Bei einer nach Anspruch 7 weitergebildeten Batterieüberwachungseinheit beinhaltet die Sense-FET-Schaltungsanordnung zur Auswertung des erfaßten Batteriestromsignals einen geeigneten Auswerteschaltkreis, insbesondere in Form eines Stromspiegel-Schaltkreises, der das Stromsignal in ein unsymmetrisches, massebezogenes Signal umformt.

Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung sowie eine zu deren besserem Verständnis dienende, herkömmliche Sense-FET-Grundschialtung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden nachfolgend beschrieben. Hierbei zeigen:

Fig. 1 ein Schaltbild einer Batterieüberwachungseinheit mit einer Sense-FET-Schaltungsanordnung zur bidirektionalen Batteriestromerfassung mittels einer einzelnen Sense-FET-Gruppe,

Fig. 2 ein Schaltbild einer Batterieüberwachungseinheit analog Fig. 1, jedoch mit einer Sense-FET-Schaltungsanordnung mit zwei Sense-FET-Gruppen,

Fig. 3 ein Schaltbild einer Batterieüberwachungseinheit ähnlich Fig. 2, jedoch mit einem Leistungs-FET-Teil, der

eine zusätzliche Verpolschutzfunktion erfüllt, und

**Fig. 4** ein Schaltbild einer herkömmlichen Sense-FET-Grundschialtung.

Zum besseren Verständnis der unten beschriebenen, erfindungsgemäßen Batterieüberwachungseinheiten wird zunächst die in **Fig. 4** gezeigte, herkömmliche Sense-FET-Grundschialtung erläutert, die als Basis für Sense-FET-Schaltungsanordnungen dient, welche in den Batterieüberwachungseinheiten vorgesehen sind. Grundlegendes Bauteil der Sense-FET-Grundschialtung, wie sie in **Fig. 4** gezeigt ist, ist ein als integriertes Bauelement realisierter LeistungsmOSFET, der typischerweise aus mehreren tausend bis mehreren zehntausend MOSFET-Einzelbauelementen besteht. Der Großteil hiervon, z. B. etwa fünfzigtausend, sind parallel geschaltet und bilden dadurch einen Leistungs-FET-Teil, der durch einen n-Kanal-MOSFET 1 repräsentiert ist. Einige wenige MOSFET-Einzelbauelemente, z. B. zehn, sind ihrerseits parallel geschaltet und bilden einen Sense-FET-Teil, der durch einen weiteren n-Kanal-MOSFET 2 repräsentiert ist. Die Gate-Anschlüsse sowohl des Leistungs-FET-Teils 1 als auch des Sense-FET-Teils 2 sind zusammengeschaltet. Außerdem werden beide MOSFET-Teile 1, 2 über dieselbe, nicht weiter gezeigte Gate-Spannung angesteuert, und die Drainanschlüsse beider FET-Teile 1, 2 sind zusammengeschaltet.

Der Leistungs-FET-Teil 1 liegt mit seiner Source-Drain-Strecke im Leistungsstromkreis 3, in dem sich beispielhaft eine ohmsche Last 4 befindet und dessen Stromstärke zu messen ist. Ein Operationsverstärker 5 bildet mit einem p-Kanal-MOSFET 6, dessen Gate-Elektrode vom Operationsverstärker 5 angesteuert wird, einen Stromspiegel, durch den der Sense-FET-Teil 2 auf die gleiche Source-Spannung wie der Leistungs-FET-Teil 1 geregelt und ein Sense-Strom  $I_S$  erzeugt wird, der über einen Sense-Widerstand 7 geführt wird. Dabei ist der invertierende Eingang des Operationsverstärkers 5 mit dem Source-Anschluß des Sense-FET-Teils 2 verbunden, während der nichtinvertierende Eingang desselben mit dem Source-Anschluß des Leistungs-FET-Teils 1 verbunden ist. Eine Zenerdiode 8 dient als Schutzdiode.

Am Sense-Widerstand 7 wird eine Meßspannung  $U_M$  abgegriffen, die ein proportionales Maß für den zwischen Masse und positiver Versorgungsspannung  $U_V$  über die Last 4 fließenden Strom im Leistungsstromkreis 3 ist. Bei einer angenommenen Leistungsstromstärke von 5 A ergibt sich bei dem beispielhaft angegebenen Verhältnis der Anzahl von Einzeltransistoren im Sense-FET-Teil 2 zu derjenigen im Leistungs-FET-Teil 1 von 1/5000 ein Sense-Strom von nur etwa 1 mA, so daß die ohmschen Meßverluste am Sense-Widerstand entsprechend gering bleiben.

In den nun beschriebenen Batterieüberwachungseinheiten wird dieses Sense-FET-Meßprinzip auf verschiedene Weisen so verwendet, daß eine bidirektionale Batteriestromerfassung mit gleichzeitiger Batteriestromabschaltmöglichkeit und gegebenenfalls zusätzlichem Verpolschutz erreicht wird. Alle drei in den **Fig. 1** bis 3 gezeigten Batterieüberwachungseinheiten können als batterieklemmennahe Baueinheiten realisiert sein, oder sie können mit einer zugehörigen Batterieklammer in einem gemeinsamen Bauteil integriert sein, das dann als intelligente Batterieklammer angesprochen werden kann. Ein wichtiger Anwendungsfall ist die Überwachung von Kraftfahrzeugbatterien, wobei in den **Fig. 1** bis 3 jeweils ein batterieseitiger Abschnitt 9 und ein bordnetzseitiger Abschnitt 10 der Batteriezütleitung wiedergegeben sind.

Bei der Batterieüberwachungseinheit von **Fig. 1** ist eine Sense-FET-Schaltungsanordnung zur bidirektionalen Batteriestromerfassung vorgesehen, die einen Leistungs-MOS-

FET-Teil 11 beinhaltet, der in die Batteriezütleitung 9, 10 eingeschleift und in **Fig. 1** durch zwei parallel geschaltete Leistungs-FET-Gruppen 11a, 11b repräsentiert ist, von denen jede eine eigene Gateansteuerung 12a, 12b besitzt. Des weiteren beinhaltet die Sense-FET-Schaltungsanordnung einen Sense-FET-Teil in Form einer einzelnen Sense-MOS-FET-Gruppe 13, deren Gate-Anschluß mit dem Gate-Anschluß einer der beiden Leistungs-FET-Gruppen 11a, 11b zusammengeschaltet ist, während ihr Drain-Anschluß mit den Drain-Anschlüssen beider Leistungs-FET-Gruppen 11a, 11b zusammengeschaltet ist. Für den Leistungs-FET-Teil 11 und den Sense-FET-Teil 13 sind im allgemeinen n-Kanal-MOSFET bevorzugt, da sie höhere Ströme ermöglichen. Die Teilung des Leistungs-FET 11 in mehrere Untergruppen, z. B. die zwei Untergruppen 11a und 11b, erlaubt es, das Verhältnis zwischen Laststrom und Sense-Strom der Höhe des Laststroms anzupassen. So kann bei niedrigem Laststrom ein Teil der Untergruppen abgeschaltet werden, wodurch die Meßbeschialtung in einem günstigen Arbeitsbereich betrieben wird. Die Genauigkeit der Strommessung für niedrige Lastströme läßt sich dadurch erhöhen.

Die Sense-FET-Schaltungsanordnung beinhaltet des weiteren einen Operationsverstärker 14 und einen p-Kanal-MOSFET 15, über den der Sense-Strom des Sense-FET-Teils 13 in der einen Stromrichtung über einen ersten Widerstand  $R_1$  nach Masse geführt wird. Um auch einen in der anderen Richtung fließenden Sense-Strom erfassen zu können und damit eine bidirektionale Stromerfassung zu ermöglichen, sind ein n-Kanal-MOSFET 20, dessen Gate-Anschluß parallel zu demjenigen des p-Kanal-MOSFET 15 vom Operationsverstärker 14 angesteuert wird, und eine anschließende, von einer Hilfsspannung  $V_H$  gespeiste Stromspiegelschialtung mit zwei p-Kanal-MOSFET 16, 17 und einem zweiten Widerstand  $R_2$  vorgesehen, auf den der in dieser Richtung fließende Sense-Strom des Sense-FET-Teils 13 gespiegelt wird. Als Meßspannung  $U_D$  dient die Spannungsdifferenz zwischen den Potentialen an den beiden Sense-Widerständen  $R_1$ ,  $R_2$ .

Entsprechend dem Sense-FET-Prinzip ist der Operationsverstärker 14 mit seinem invertierenden Eingang an den Source-Anschluß des Sense-FET-Teils 13 angeschlossen, während sein nichtinvertierender Eingang zur Batteriezütleitung 9, 10 geführt ist, deren Stromstärke gemessen werden soll. Diese Anbindung des nichtinvertierenden Operationsverstärkereingangs an die Batteriezütleitung 9, 10 erfolgt über einen Analogmultiplexer 18, mit dem ein Offsetabgleich bewirkt wird. Dazu legt der Analogmultiplexer 18 auf ein Steuersignal 19 hin das Potential des batterieklemmenseitigen Abschnitts 9 der Batteriezütleitung 9, 10 an den nichtinvertierenden Operationsverstärkereingang, wodurch sich über dem Sense-FET-Teil 13 genau die Offsetspannung abbildet. Der daraus resultierende Sense-Strom wird gemessen und zur Korrektur in einem nicht gezeigten Microcontroller der Batterieüberwachungseinheit gespeichert. Durch periodische Wiederholung dieses Abgleichvorgangs kann jegliche Offsetdrift erfaßt und eliminiert werden.

Die Batterieüberwachungseinheit von **Fig. 1** leistet auf diese Weise eine sehr zuverlässige, bidirektionale, kontinuierliche Stromerfassung mit einer Genauigkeit im Prozentbereich. Dies macht ein Batteriemanagement durch den Microcontroller der Batterieüberwachungseinheit möglich, indem die Lade- und Entladeströme der Batterie integral erfaßt werden, so daß der Microcontroller jederzeit über den Ladezustand der Batterie informiert ist. Zudem ermöglicht die Ansteuerbarkeit des in die Batteriezütleitung 9, 10 eingeschleiften Leistungs-FET-Teils 11 der Sense-FET-Schaltungsanordnung eine kontrollierte Unterbrechung des Batteriestromkreises auf dessen Seite hohen Potentials. Dies kann

beispielsweise als Fremdnutzungsschutz für das Fahrzeug oder als Kurzschlußsicherung z. B. vorbeugend bei erkannter Unfallgefahr verwendet werden. Für die Batterieüberwachungseinheit von Fig. 1 ist ein üblicher Sense-FET-Teil einsetzbar, dessen Meßzellen kontinuierlich betrieben werden, so daß keine Verfälschung des Meßergebnisses durch Schaltschwellen oder ähnliches auftritt, wobei auf einfache Weise ein Offsetabgleich realisiert ist.

Beim Schaltungsaufbau von Fig. 1 wird die Hilfsspannung (VH), mit welcher der Stromspiegel betrieben wird, mit dem gesamten Sense-Strom belastet, was bei verhältnismäßig hohen Sense-Strömen von z. B. 10 mA bis 50 mA mit einer üblichen Ladungspumpe allein nicht ohne weiteres zu bewältigen ist. Allerdings tritt dieser hohe Sense-Strom nur beim Laden der Batterie auf, während er sich bei der Überwachung der Entladung der Batterie im Ruhezustand auf den Betriebsstrom des Operationsverstärkers 14 reduziert. Über eine von einem Watchdog-Element gesteuerte Schlaffunktion kann dann der Eigenstromverbrauch der Schaltung bis auf ein nicht mehr nennenswertes Maß reduziert werden. Es versteht sich, daß neben den in Fig. 1 explizit gezeigten Schaltungselementen im allgemeinen weitere, periphere Schaltungskomponenten in der Batterieüberwachungseinheit vorhanden sind, wie eine Schutzbeschaltung und eine zweckmäßige Ruhestromeinstellung der beiden, im jeweiligen Sense-FET-Stromauskoppelungspfad liegenden, gemeinsam vom Operationsverstärker 14 angesteuerten MOSFET 15, 20.

In Fig. 2 ist eine gegenüber derjenigen von Fig. 1 modifizierte Batterieüberwachungseinheit gezeigt, wobei funktionsgleiche Elemente mit den gleichen Bezugszeichen versehen sind und insoweit auf die Beschreibung von Fig. 1 verwiesen werden kann. Die Batterieüberwachungseinheit von Fig. 2 beinhaltet eine Sense-FET-Schaltungsanordnung mit dem gleichen Leistungs-FET-Teil 11 in der Batterie-zuleitung 9, 10 wie in Fig. 1 samt zugehöriger Gateansteuerung 12a, 12b. Jedoch beinhaltet ihr Sense-FET-Teil 21 zwei Sense-FET-Gruppen 21a, 21b, deren Gate-Anschlüsse gemeinsam an den Gate-Anschluß einer der beiden Leistungs-FET-Gruppen 11a, 11b angeschlossen sind. Eine erste Sense-FET-Gruppe 21a ist analog zum Sense-FET-Teil 13 von Fig. 1 angeordnet, wobei ihr Source-Anschluß nun über nur noch einen Strompfad nach Masse geführt ist, der einen p-Kanal-MOSFET 23 und den zugehörigen Sense-Widerstand R2 beinhaltet. Der p-Kanal-MOSFET 23 wird analog zu Fig. 1 von einem Operationsverstärker 22 angesteuert, dessen invertierender Eingang an den Source-Anschluß der zugehörigen Sense-FET-Gruppe 21a angeschlossen ist, während sein nichtinvertierender Eingang direkt zum bordnetzseitigen Abschnitt 10 der Batterie-zuleitung 9, 10 geführt ist.

Spiegelsymmetrisch zu dieser ersten Sense-FET-Gruppe 21a nebst zugehörigen Komponenten ist die zweite Sense-FET-Gruppe 21b mit ihrem Source-Anschluß direkt an den bordnetzseitigen Abschnitt 10 der Batterie-zuleitung 9, 10 angeschlossen, während ihr Drain-Anschluß über einen zugehörigen Strompfad nach Masse geführt ist, der spiegelsymmetrisch zum Strompfad der anderen Sense-FET-Gruppe 21a einen p-Kanal-MOSFET 24 und den anderen Sense-Widerstand R1 beinhaltet. Der p-Kanal-MOSFET 24 wird von einem zweiten Operationsverstärker 25 angesteuert, dessen invertierender Eingang mit dem Drain-Anschluß der zweiten Sense-FET-Gruppe 21b verbunden ist, während sein nichtinvertierender Eingang direkt zum batterie-klemmen-seitigen Abschnitt 9 der Batterie-zuleitung 9, 10 geführt ist. Als Meßspannung dient wiederum die Differenzspannung  $U_D$  der Potentiale an den beiden Sense-Widerständen R1, R2.

Dieser Schaltungsaufbau kommt ohne Hilfsspannung für den Meßschaltungsteil aus, wenn sogenannte Rail-to-Rail-Operationsverstärker 22, 25 verwendet werden. Die Gate-Spannung für den Leistungs-FET-Teil 11 kann dann über eine übliche Ladungspumpe gewonnen werden. Gegenüber dem Schaltungsaufbau von Fig. 1 wird eine Vereinfachung hinsichtlich Gleichrichtung und Polaritätsanzeige erzielt, während ansonsten die zu Fig. 1 oben genannten Vorteile und Eigenschaften auch für den Schaltungsaufbau von Fig. 2 gelten. Insbesondere ist bei Bedarf auch ein hier nicht explizit gezeigter, entsprechender Offsetabgleich möglich, wozu dann die Operationsverstärker 22, 25 etwas vorgespannt werden, da die beiden Sense-FET-Meßzweige bei Spannung null stromlos werden, so daß eine positive Offsetspannung nicht mehr detektierbar ist.

In Fig. 3 ist eine Batterieüberwachungseinheit gezeigt, die weitgehend, insbesondere hinsichtlich der beiden spiegelsymmetrischen Sense-FET-Meßzweige, derjenigen von Fig. 2 entspricht, wobei wiederum funktionell gleiche Komponenten mit den gleichen Bezugszeichen versehen sind und zu deren Erläuterung auf das zu Fig. 2 gesagte verwiesen wird. Die bei dieser Batterieüberwachungseinheit verwendete Sense-FET-Schaltungsanordnung beinhaltet einen Leistungs-FET-Teil 26, der aus zwei gegensinnig in Serie in die Batterie-zuleitung 9, 10 eingeschleiften Leistungs-FET-Gruppen 26a, 26b mit den zugehörigen Gateansteuerungen 12a, 12b besteht. Die Gate-Ansteuerungen 12a, 12b für die beiden Leistungs-FET-Gruppen 26a, 26b beziehen sich, wie gezeigt, jeweils auf deren Source-Anschluß, um keine unerwünschten hohen Gate-Source-Spannungen zu erzeugen. Der zugehörige Sense-FET-Teil 27 beinhaltet symmetrisch dazu zwei gleichfalls gegensinnig in Reihe geschaltete Sense-FET-Gruppen 27a, 27b, deren Drain-Anschlüsse miteinander sowie mit den ebenfalls miteinander verbundenen Drain-Anschlüssen der beiden Leistungs-FET-Gruppen 26a, 26b verbunden sind. An die beiden Source-Anschlüsse der Sense-FET-Gruppen 27a, 27b schließen sich dann die beiden symmetrischen Meßzweige für den Sense-Strom gemäß Fig. 2 an. Die Leistungs- und Sense-FET-Anordnung ist durch zwei integrierte, mit ihren Drain-Anschlüssen zusammen geschaltete Leistungs-DMOS-FET mit jeweils zugehöriger Sense-FET-Gruppe 27a, 27b gebildet.

Durch geeignete Dimensionierung bietet diese Anordnung nicht nur die Möglichkeit der bidirektionalen Stromerfassung und der steuerbaren Kurzschlußsicherung, sondern dient darüber hinaus als Verpolschutz, indem der Leistungs-FET-Teil 26 nur bei ordnungsgemäßer Batteriepolung niederohmig leitet, während er bei verkehrter Polung der beiden zugeführten Batterie-zuleitungsabschnitte 9, 10 sperrt. Die bidirektionale Stromerfassung erfolgt, wie in Fig. 2, durch Messen der Differenzspannung  $U_D$  zwischen den beiden Sense-Widerständen R1, R2, wobei abhängig von der Stromrichtung einmal über den einen R1 und das andere Mal über den anderen Sense-Widerstand R2 hinweg eine Spannung erzeugt wird. Um einen sanften Übergang zwischen den beiden Stromrichtungen und damit des Nulldurchgangs der Meßspannung  $U_D$  herzustellen, ist es zweckmäßig, die beiden Stromquellen des jeweiligen Meßzweiges, bestehend aus dem jeweiligen Operationsverstärker 22, 25 mit davon angesteuertem p-Kanal-MOSFET 23, 24, so vorzuspannen, daß immer ein geringer Ruhestrom fließt. Dies vermeidet eine Lücke beim Polaritätswechsel, die ansonsten durch Offsetspannungen entstehend kann. Eine Polaritätsanzeige ist wegen der differentiellen Meßspannungserfassung nicht erforderlich.

Alternativ zu den beiden, zu Fig. 3 genannten Leistungs-DMOS-FET kommt für den Leistungs-FET-Teil 26 die Verwendung eines bidirektionalen Leistungs-NMOS-FET in

Betracht, wie er in R. K. Williams et al., The Bidirectional Power NMOS – A New Concept In Battery Disconnect Switching, Proc. of 1995 Int. Symp. on Power Semicond. Dev. & ICs, Yokohama, Seite 480 zur Verwendung als bidirektionales Schaltelement beschrieben wird. Da dieser nur eine einzige Gateansteuerung benötigt, kann dann eine der beiden Gateansteuerungen 12a, 12b von Fig. 3 entfallen. Dieser bidirektionale Leistungs-NMOS-FET ist ein kammförmiges Bauelement, bei dem die Funktion des Sense-FET-Teils in der Batterieüberwachungseinheit von Fig. 3 von kurzen Drain-Source-Bereichen statt einzelnen Transistorzellen übernommen werden kann.

#### Patentansprüche

1. Batterieüberwachungseinheit mit
  - einem in eine Batterie-zuleitung (9, 10) eingeschleiften Leistungshalbleiterschalter, gekennzeichnet durch
    - eine Sense-FET-Schaltungsanordnung, die den Batteriestrom bidirektional erfaßt und deren Leistungs-FET-Teil (11) den in die Batterie-zuleitung (9, 10) eingeschleiften Leistungshalbleiterschalter bildet,
    - wobei die Sense-FET-Schaltungsanordnung eine einzelne Sense-FET-Gruppe (13), einen Operationsverstärker (14) zur Nachführung des Source-Potentials der Sense-FET-Gruppe, einen ersten Sense-FET-Stromauskopplungspfad mit einem ersten, vom Operationsverstärker angesteuerten FET-Bauelement (15) und einem dazu seriell geschalteten ersten Sense-Widerstand (R1) und einen zweiten Sense-FET-Stromauskopplungspfad mit einem zweiten, vom Operationsverstärker angesteuerten FET-Bauelement (20) und einer Stromspiegelschaltung mit einem zweiten Sense-Widerstand (R2) beinhaltet, wobei die Differenzspannung ( $U_D$ ) zwischen den beiden Widerständen (R1, R2) als Meßspannung dient.
2. Batterieüberwachungseinheit mit
  - einem in eine Batterie-zuleitung (9, 10) eingeschleiften Leistungshalbleiterschalter, gekennzeichnet durch
    - eine Sense-FET-Schaltungsanordnung, die den Batteriestrom bidirektional erfaßt und deren Leistungs-FET-Teil (11) den in die Batterie-zuleitung (9, 10) eingeschleiften Leistungshalbleiterschalter bildet,
    - wobei die Sense-FET-Schaltungsanordnung spiegelbildlich zwei Sense-FET-Gruppen (21a, 21b) mit zugehörigen Sense-Strommeßzweigen beinhaltet, von denen jeder einen Operationsverstärker (22, 25) zur Nachführung des Source- bzw. Drain-Potentials der betreffenden Sense-FET-Gruppe und einen zugehörigen Stromauskopplungspfad mit einem vom Operationsverstärker angesteuerten FET-Bauelement (23, 24) und einem dazu in Serie geschalteten Sense-Widerstand (R1, R2) aufweist, wobei die Differenzspannung zwischen den beiden Widerständen (R1, R2) als Meßspannung dient.
3. Batterieüberwachungseinheit nach Anspruch 1 oder 2, weiter dadurch gekennzeichnet, daß ein Eingang des Operationsverstärkers (14, 22, 25) des jeweiligen Sense-FET-Strommeßzweiges über eine Offsetabgleichstufe (18) mit der Batterie-zuleitung (9, 10) verbunden ist.
4. Batterieüberwachungseinheit, insbesondere nach

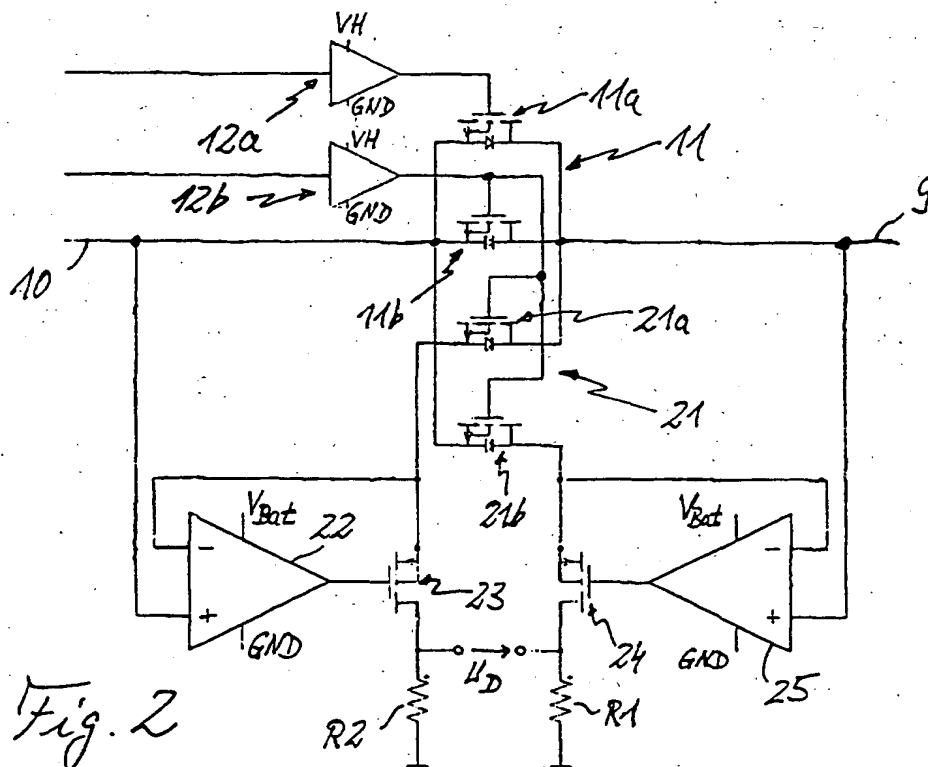
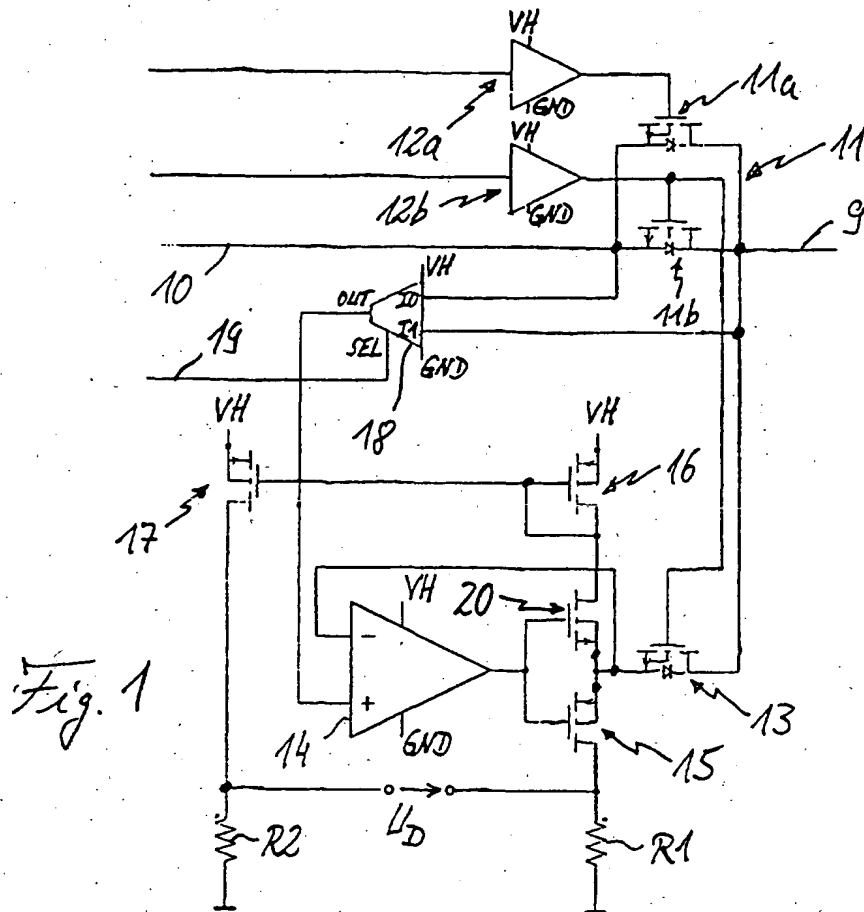
- einem der Ansprüche 1 bis 3, mit
- einem in eine Batterie-zuleitung (9, 10) eingeschleiften Leistungshalbleiterschalter, gekennzeichnet durch
    - eine Sense-FET-Schaltungsanordnung, die den Batteriestrom bidirektional erfaßt und deren Leistungs-FET-Teil (26) den in die Batterie-zuleitung (9, 10) eingeschleiften Leistungshalbleiterschalter bildet,
    - wobei der Leistungs-FET-Teil (26) der Sense-FET-Schaltungsanordnung aus zwei gegensinnig in Serie in die Batterie-zuleitung (9, 10) eingeschleiften Leistungs-FET-Gruppen (26a, 26b) besteht, denen je eine korrespondierende Sense-FET-Gruppe (27a, 27b) zugeordnet ist und die eine Verpolschutzfunktion für die Batterie-zuleitung (9, 10) erfüllen.
5. Batterieüberwachungseinheit, insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 4, mit
- einem in eine Batterie-zuleitung (9, 10) eingeschleiften Leistungshalbleiterschalter, gekennzeichnet durch
    - eine Sense-FET-Schaltungsanordnung, die den Batteriestrom bidirektional erfaßt und deren Leistungs-FET-Teil (11) den in die Batterie-zuleitung (9, 10) eingeschleiften Leistungshalbleiterschalter bildet,
    - wobei der Leistungs-FET-Teil (11) der Sense-FET-Schaltungsanordnung aus mehreren parallelen Leistungs-FET-Gruppen (11a, 11b) besteht, die zur Anpassung des Verhältnisses von Laststrom zu Sense-Strom an die Laststromstärke separat abschaltbar sind.
6. Batterieüberwachungseinheit nach einem der Ansprüche 1 bis 5, weiter dadurch gekennzeichnet, daß sie als batterieklammernahe Baueinheit oder als mit einer Batterieklammer integriertes Bauteil realisiert ist.
7. Batterieüberwachungseinheit nach einem der Ansprüche 1 bis 6, weiter dadurch gekennzeichnet, daß die Sense-FET-Schaltungsanordnung einen Auswerteschaltkreis, insbesondere in Form eines Stromspiegel-Schaltkreises, zur Auswertung des erfaßten Stromsignals unter Umformung desselben in ein unsymmetrisches massebezogenes Signal aufweist.

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---

- Leerseite -



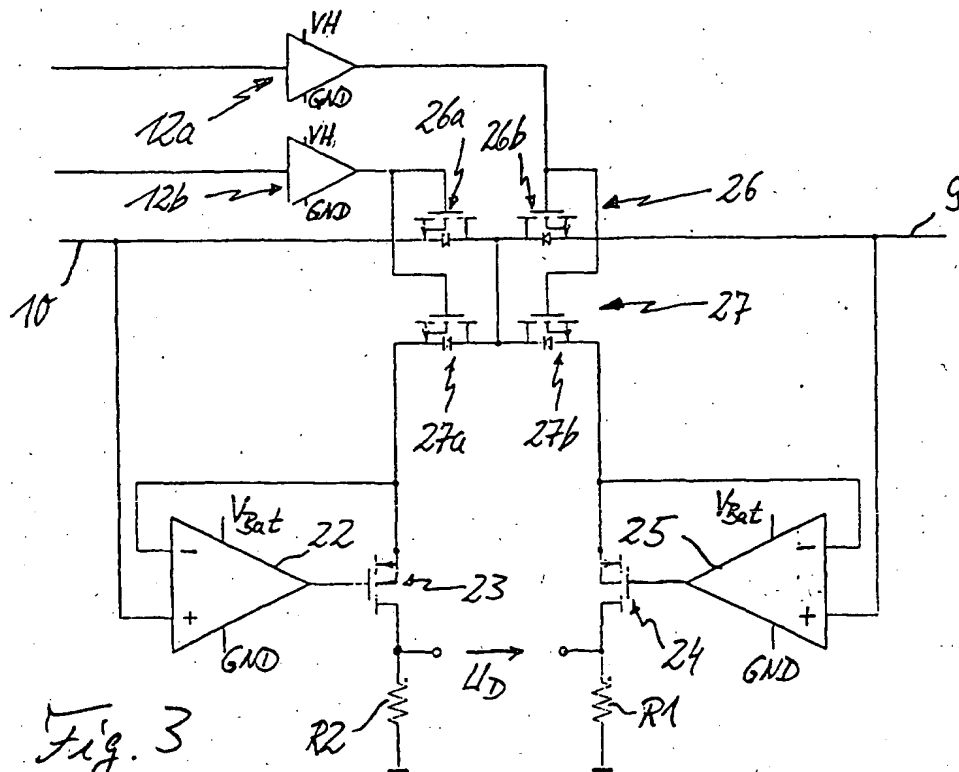


Fig. 3

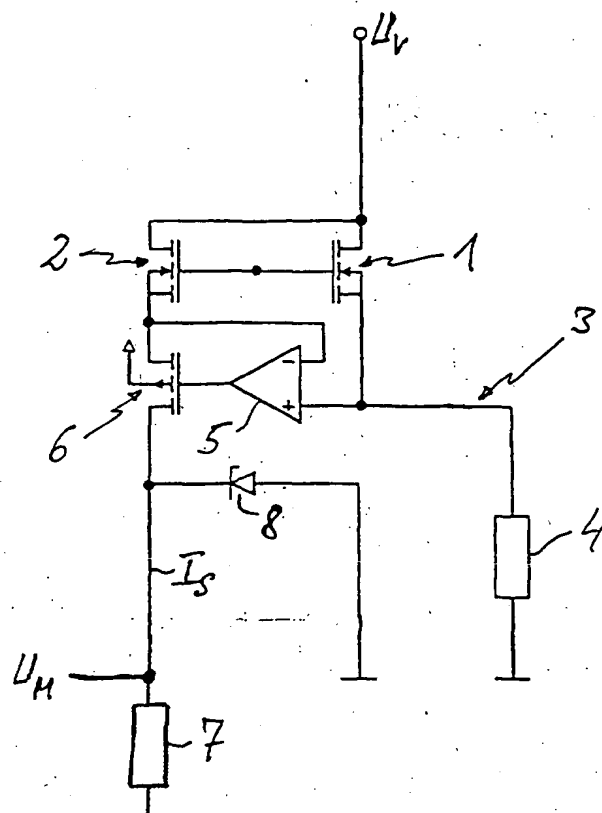


Fig. 4